

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

010323961 **Image available**
WPI Acc No: 1995-225235/199530

XRPX Acc No: N95-176477

Metal part detector e.g. for recycling plant - has AC generator and coil producing alternating magnetic field, detecting coil system and evaluation circuit

Patent Assignee: MESUTRONIC GERAETEBAU GMBH (MESU-N)

Inventor: SCHOENBERGER L

Number of Countries: 001 Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 4342826	A1	19950622	DE 4342826	A	19931215	199530 B
DE 4342826	C2	19981105	DE 4342826	A	19931215	199848

Priority Applications (No Type Date): DE 4342826 A 19931215

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

DE 4342826 A1 6 G01V-003/11

DE 4342826 C2 G01V-003/11

Abstract (Basic): DE 4342826 A

An alternating magnetic field is generated in a section of the flow being monitored by a transmitter coil supplied by an alternating current generator (G). The phase and amplitude variations of the field are detected by a coil system supplying an evaluation circuit which derives the detection signal.

The frequency of the electromagnetic field generated by the a.c. current generator lies below 5 kHz, esp. between 200 Hz and about 1 kHz. The evaluation circuit is designed and tuned to enable a detection signal to be derived for small high density parts.

USE/ADVANTAGE - For detecting metal parts (M) in a predominantly non-conducting conveyor flow, e.g. of paper or plastic for recycling.

The arrangement enables reliable detection of small, dense metal parts.

Dwg.1/7
Title Terms: METAL; PART; DETECT; RECYCLE; PLANT; AC; GENERATOR; COIL; PRODUCE; ALTERNATE; MAGNETIC; FIELD; DETECT; COIL; SYSTEM; EVALUATE; CIRCUIT

Derwent Class: Q35; S03; X25

International Patent Class (Main): G01V-003/11

International Patent Class (Additional): B65G-047/46

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): S03-C02B; X25-F01; X25-X

?



⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 43 42 826 A 1

⑯ Int. Cl. 6:
G 01 V 3/11
B 65 G 47/46

DE 43 42 826 A 1

⑯ Aktenzeichen: P 43 42 826.6
⑯ Anmeldetag: 15. 12. 93
⑯ Offenlegungstag: 22. 6. 95

⑯ Anmelder:

Mesutronic Gerätebau GmbH, 94259 Kirchberg, DE

⑯ Erfinder:

Schönberger, Ludwig, 94518
Spiegelau-Oberkreuzberg, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 41 15 350 C2
DE 37 14 009 A1
DD 2 04 317
US 48 33 773
SU 16 28 035 A1

WILBURN, Julian E.: Detecting Metal Particles.
In: Automation, Dec. 1965, S.82-87;
JP 56-4083 A.;
In: Patents Abstracts of Japan, P-55, April 7, 1981,
Vol.5, No. 48;

⑯ Einrichtung zur Feststellung metallisch leitender Teile

⑯ Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Erzeugung eines Erkennungssignals beim Auftreten von metallisch leitenden Teilen in einem zumindest weitgehend nichtleitenden Förderstrom, bei der von einem Wechselstromgenerator über eine Sendespule in einem zu überwachenden Abschnitt des Förderstromes ein elektromagnetisches Feld aufgebaut wird, dessen Amplituden- und Phasen-Änderungen mittels eines eine Auswerteschaltung speisenden Spulensystems zur Ableitung des Erkennungssignals erfaßt werden.

Zur Unterscheidung metallisch leitender massiver Teile von dem gegenüber großflächigen, folienhaften und metallisch leitenden Teilen, wird die Frequenz des Wechselstromgenerators im Frequenzbereich unter 5 kHz, insbesondere zwischen einigen Hundert Hertz und etwa 1 kHz liegend gewählt und die Auswerteschaltung so ausgebildet und abgeglichen, daß auch von kleinen massiven Teilen ein Erkennungssignal abgeleitet wird.

Die Erfindung ist vor allem für Recycling-Anlagen von Bedeutung.

DE 43 42 826 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 04. 95 508 025/169

5/29

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Erzeugung eines Erkennungssignals beim Auftreten von metallisch leitenden Teilen, in einem zumindest weitgehend nichtleitenden Förderstrom, bei der von einem Wechselstromgenerator über eine Sendespule in einem zu überwachenden Abschnitt des Förderstromes ein elektromagnetisches Feld aufgebaut wird, dessen Amplituden- und Phasen-Änderungen mittels eines, eine Auswerteschaltung speisenden Spulensystems zur Ableitung des Erkennungssignals erfaßt werden.

Derartige Einrichtungen sind beispielsweise durch die Deutsche Offenlegungsschriften 37 14 009 A1 und 40 171 780 A1 bekannt. Man benötigt zum Beispiel zur Feststellung von Metallteilen in einem im wesentlichen nur aus Papier oder recyclingfähigem Kunststoff bestehenden Förderstrom, der einer Zerkleinerungsanlage (Shredder) für die Wiederaufbereitung zugeführt wird. Sind in dem Fördergut massive Metallteile enthalten, so kann dies zu Störungen im Arbeitsablauf, wenn nicht gar zur Zerstörung von Maschinenteilen führen, auch wenn sie nur klein sind. Folienartige leitende Teile, wie die Abdeckungen von in Kunststoffbechern verpackter Ware, müssen aber in der Regel nicht aussortiert werden, weil ihre mechanische Widerstandskraft nur gering ist und ihre Aussortierung nach der Zerkleinerung mit anderen Verfahren möglich ist. Die Ausführungsform der Fördereinrichtung kann z. B. je nach dem Anwendungszweck, ein Gurtförderband, ein Vibrationsförderer, eine Materialrutsche, eine Fallrohrleitung oder auch eine pneumatische Förderleitung sein. Die Einrichtung wird den Fördereinrichtungen zum Schutz nachfolgender Aufbereitungsmaschinen zugeordnet. Dies könnte z. B. auch eine Schneidmühle, ein Brecher, eine Feinmahlanlage oder ein Extruder sein. Das von der Einrichtung abgegebene Erkennungssignal dient dabei zur Be-tätigung von Schutzeinrichtungen, wie optischen und/oder akustischen Signalmitteln, von Abschalteinrichtungen der Fördereinrichtung oder auch der Umleitung des ein störendes Teil enthaltenden Förderstromes in einen Sammelbehälter und dergleichen. Um auch kleine, massive und metallisch leitende Teile sicher noch erkennen zu können, wird bei bekannten Einrichtungen von der Tatsache Gebrauch gemacht, daß der Einfluß auf das Spulensystem mit der Frequenz des elektromagnetischen Wechselfeldes zunimmt. Die bekannten Anlagen arbeiten aus diesem Grund bei relativ hohen Frequenzen, wie wenigstens 16 kHz. Meistens liegt die Frequenz aber wesentlich höher. Die damit verbundene Steigerung der Empfindlichkeit bringt es aber mit sich, daß auch an sich nicht aussortierende, wie folienartige Teile Erkennungssignale auslösen und je nach der Art der für die Förderanlage vorgesehenen Schutzmittel diese z. B. stillsetzen oder den Förderstrom unerwünscht umleiten. Auch bereitet die Erkennung kleiner massiver, metallisch leitender Teile meist immer noch gewisse Schwierigkeiten, weil die durch solche Teile verursachte Signalamplitude gering ist, vor allem auch gegenüber der von folienartigen, metallisch leitenden Teilen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, diesen Schwierigkeiten zu begegnen, vor allem auch kleine metallisch leitende massive Teile sicher zu erkennen.

Dies wird nach der Erfindung dadurch erreicht, daß die Frequenz des vom Wechselstromgenerator erzeugten elektromagnetischen Wechselfeldes im Frequenzbereich unter 5 kHz, insbesondere zwischen etwa Hundert

Hertz und etwa 1 kHz liegend gewählt ist, und daß die Auswerteschaltung so ausgebildet und abgeglichen ist, daß auch von kleinen massiven Teilen ein Erkennungssignal ableitbar ist.

5 Dabei ist es ein Vorteil, wenn in an sich bekannter Weise aus dem Ausgangssignal des Spulensystems ein Amplituden- und ein Phasen-Signal abgeleitet werden und die Auswerteschaltung über Verstärker mit dem Spulensystem verbunden ist, deren Verstärkung größer als 5 ist. Auch ist es von Vorteil, wenn in der Auswerteschaltung ein Phasenvergleicher vorgesehen ist, der einen Phasenvergleich bei einer Harmonischen der Frequenz des Wechselstromgenerators durchführt. Die Auswerteschaltung kann mit Vorteil auch so abgeglichen werden, daß für folienhafte, metallisch leitende Teile die Erkennungssignalbildung unterdrückt und für massive metallisch leitende Teile sichergestellt ist. Sie ist deshalb besonders vorteilhaft in der Verwendung in einer Schutzeinrichtung einer Recycling-Anlage.

10 Nachstehend wird die Erfindung anhand eines in einer Zeichnung wiedergegebenen Ausführungsbeispiels näher erläutert. In dieser zeigt

15 die Fig. 1 die Ansicht einer Metaldetektions-Einrichtung, die ein Förderband umschließt,

20 die Fig. 2 einen Schnitt durch eine Metaldetektions-Einrichtung nach der Fig. 1,

25 die Fig. 3 ein Schaltbild mit der Sendespule und einem zwei Spulen umfassenden Spulensystem für den Empfang,

30 die Fig. 4 das Blockschaltbild einer Schaltung zur Ableitung eines Erkennungssignals,

35 die Fig. 5 ein Schwingungsdiagramm zur Verdeutlichung der Wirkung von leitenden Teilen im Fördergutstrom auf das über das Spulensystem aufgenommene Signal,

40 die Fig. 6 den zeitlichen Verlauf des beim Durchgang eines metallisch leitenden Teiles auftretenden Signals am Eingang einer Schwellwert-Schaltung, die der Abgabe des Erkennungssignals dient, und

45 die Fig. 7 die Ableitung von Amplituden- und Phasen-signal bei einer Einrichtung mit nur einer Empfangsspule.

Wie bereits erwähnt, liegt ein wesentliches Problem bei solchen Einrichtungen darin, daß kleine massive Teile wie Schrauben, Muttern, Nägel und dergleichen trotz ihrer metallischen Leitfähigkeit nur schwer erfaßbar sind. Um sie dennoch zu erfassen, wählt man in der Praxis eine relativ hohe Betriebsfrequenz für den Wechselstromgenerator, weil die auf der Wirbelstrombildung in den metallisch leitenden Teilen beruhenden Feldänderungen mit der Betriebsfrequenz zunehmen. Die Frequenzwerte liegen bei den bekannten Anlagen bei 16 KHz und meist noch wesentlich höher. Dies bringt zwar eine wesentliche Erhöhung der Empfindlichkeit, doch ist eine Unterscheidung zwischen massiven Teilen und folienartigen Teilen, die metallisch leitend sind, nach wie vor praktisch unmöglich.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird zunächst das Prinzip erläutert.

50 Die in den Fig. 1 und 2 schematisch dargestellte Einrichtung besteht aus zwei Teilen OT und UT, von denen das eine U-förmig und das andere als flaches Auflager ausgebildet ist. Die beiden Teile umschließen ein Förderband B, das in Richtung des aufgezeichneten Pfeiles das auf unerwünschte metallische Teile zu überprüfende Gut durch die Einrichtung transportiert. In dem Teil OT ist eine Sendespule S1 angeordnet. In dem Teil OT sind ferner ein die Sendespule mit Wechselstrom speisender

Generator G und eine Schaltung A zur Ableitung eines Erkennungssignals von im Fördergut enthaltenen, metallisch leitenden Teilen angeordnet. Im Auflager UT sind zwei Empfangsspulen S2 und S3, in Förderrichtung versetzt, angeordnet. Ausführungsform und Anordnung der Spulen sind, ebenso wie die Gehäuseform und die Form und Art der Durchlaßöffnung in an sich bekannter Weise dem Anwendungsfall angepaßt. Über nicht näher dargestellte Kontakte sind ihre Anschlüsse zu der Schaltung A im Teil OT geführt. Eine Anschlußleitung AL dient der Verbindung der Einrichtung mit der Betriebstromversorgung. Eine Ausgangsleitung SL dient zur Weiterleitung eines Erkennungssignals an eine der einleitend erwähnten Schutzvorrichtungen.

Aus der in der Fig. 3 gezeigten Schaltung ist entnehmbar, daß die Sendespule S1 durch einen Kondensator C1 und das Spulenpaar S2, S3 durch einen Kondensator C2 jeweils zu einem elektrischen Schwingkreis vervollständigt sind. Die beiden Schwingkreise S1, C1 bzw. S2, S3, C2 sind so abgestimmt, daß sie ein auf die Frequenz des Wechselstromes abgestimmtes Bandfilter bilden, der vom Generator G zugeführt wird. Durch die Unterteilung der Spule und damit der Induktivität im Schwingungskreis S2, S3, C2 ist es möglich zwei, gegenüber dem Bezugspotential BP, gegenphasige Signale U1 und U2 abzunehmen und in der Schaltung A zuzuführen.

Die Schaltung A beginnt, wie die Fig. 4 zeigt, mit einem durch einen sogenannten Operationsverstärker gebildeten Differenzverstärker OP, an dessen Ausgang eine Aufteilung in einen Amplitudenzweig AZ und einen Phasenzweig PZ vorgenommen ist. Im Amplitudenzweig AZ wird mittels einer Gleichrichterstufe SG der Spitzenwert des Signales Uemp bestimmt. Im Phasenzweig PZ ist ein Phasendifdiskriminatoren PV eingefügt, dem als Phasenbezugssignal das Signal Use des Generators G zugeführt wird. Die Ausgangsspannungen von SG und PV werden einem Komparator K mit einstellbarer Gewichtung zugeführt. Im einfachsten Fall ist dies ein Subtrahierer mit einem Amplitudenregler in zumindest einem seiner beiden Eingänge.

In der Fig. 5 ist der Einfluß des Durchgangs eines durch das Förderband an der Spule S2 vorbeibewegten, metallisch leitenden Teiles dargestellt. Die von dem Wechselfeld der Spule S1 in dem Teil verursachten Wirbelströme verändern sowohl die Amplitude als auch die Phasenlage des über S2 und S3 empfangenen Signals Uem, das ohne solche Feldstörungen um 90° gegen Use phasenverschoben ist. Die Änderungen sind durch Pfeile angedeutet. Die Amplitudenveränderung wird über AZ und die Phasenänderung über PZ ausgewertet.

Die Ausgangsspannung von K wird, gegebenenfalls nach einer Zwischenverstärkung in einem Verstärker V, über ein Filter F einer Schwellwertschaltung SS eingespeist, an deren Ausgang das Erkennungssignal AS eines metallisch leitenden Teiles entnehmbar ist, das als störend zu klassifizieren ist. Zu diesem Zweck wird der Schwellwertschaltung SS eine im Wert einstellbare Bezugsspannung Usch zugeführt, bei deren Überschreiten das Erkennungssignal AS im Ausgang von SS auftritt. Das Filter F überbrückt den Gleichspannungsanteil im Ausgang von K und begrenzt das Frequenzspektrum auf den für die Auswertung vorgesehenen Bereich.

Beim Transport eines metallisch leitenden Teiles durch eine Einrichtung nach den Fig. 1 bis 4 tritt im Eingang von V bzw. SS ein Signal auf, das einen für das bewegte Teil charakteristischen Amplitudenverlauf zeigt. Ist das Teil kurz gegenüber dem Abstand der

Spulen S2 und S3, entsteht bei jedem Passieren einer der beiden Spulen ein Signal, wie es in der Fig. 6 mit I gekennzeichnet ist. Ist hingegen das Teil demgegenüber lang, so ist der Verlauf von AS etwa so, wie es durch II angedeutet ist. In der Fig. 6 ist noch die Wirkung der Bezugsspannung Usch in der Schwellwertschaltung SS angedeutet. Nur bei Überschreiten der Schwellenwerte tritt ein Ausgangssignal AS auf, das als Erkennungssignal dient. Solche Schwellwert-Schaltungen sind an sich bekannt. Durch die Schwellwertschaltung wird auch ein Einfluß des Grundrauschens, das in der Fig. 6 als den eigentlichen Signalen vorausgehend und nachfolgend angedeutet ist, wirksam unterdrückt.

Wie der Erfindung zugrunde liegende Untersuchungen gezeigt haben, werden auch kleine metallisch leitende, massive Teile dann sicher erkennbar, wenn die Betriebsfrequenz der Einrichtung wesentlich tiefer gelegt wird. Man kann dies etwa wie folgt erklären. Die auf einer Wirbelstrombildung beruhenden Feldänderungen

werden durch die Absenkung der Betriebsfrequenz zwar wesentlich geringer im Vergleich zu den erwähnten hohen Betriebsfrequenzen. Es tritt aber ein anderer Effekt für die Erkennung nutzbar auf. Es nimmt nämlich die durch den Skin-Effekt begrenzte, von Wirbelströmen erfaßbare Materialmenge mit abnehmender Betriebsfrequenz etwa quadratisch zu. Hat beispielsweise die Eindringtiefe in Kupfer bei einer Frequenz von 15 kHz den Wert von ca. 0,005 cm, so liegt der Wert für eine Frequenz von 1 kHz bei ca. 0,25 cm (siehe z. B. das

Buch "Radio Engineers Handbook" McGraw-Hill Book Company, Inc. New York and London, 1943, Seiten 30 bis 37, insbesondere Seite 35). Während beispielsweise eine kleine Schraubenmutter M in der Normgröße M6 bei einer vorgegebenen Größe der Durchlaßöffnung (Fig. 1) bei den hohen Betriebsfrequenzen nicht von metallisch leitenden Folienteilen unterschieden werden kann, weil praktisch nur die an sich kleine Oberfläche an der Wirbelstrombildung beteiligt ist, wird die gleiche Schraubenmutter bei erheblich niedrigerer Betriebsfrequenz, von beispielsweise 1 kHz und darunter, wegen eines wesentlich höheren Raumanteils, in dem Wirbelströme fließen, deutlich erkennbar und sogar von folienartigen, metallisch leitenden Teilen deutlich unterscheidbar.

Die Minderung der Amplitude der in dem empfangsseitigen Spulensystem auftretenden Signale und eine damit verbundene Absenkung der Ansprechschwelle lassen sich in gewissem Umfang durch eine Erhöhung der Sendeenergie ausgleichen. Auch eine Anhebung der Spannungs-Verstärkung auf der Empfangsseite wirkt in diesem Sinne. Dafür empfiehlt sich vor allem eine Anhebung des Verstärkungswertes im Operationsverstärker OP, der üblicherweise etwa beim Wert 2 liegt, auf einen nennenswert höheren Wert, beispielsweise 5 und mehr.

Es kann dann u. U. die Verstärkung in der Stufe V, die zweckmäßig in der Verstärkung regelbar ist, vermindert werden.

Mit abnehmbarer Betriebsfrequenz vermindert sich entsprechend auch die durch das Passieren eines metallisch leitenden Teiles hervorgerufene effektive Phasenverschiebung des empfangsseitigen Signals Uemp gegenüber dem sendeseitigen Signal Use. Durch eine Erhöhung der Empfindlichkeit des Phasenvergleichers PV kann diesem Einfluß in gewissen Grenzen begegnet werden. Der Minderung kann auch dadurch begegnet werden, daß zusätzlich oder auch allein, als Gegenmaßnahme der Vergleich der beiden Signale hinsichtlich ihrer Phasendifferenz bei einer Harmonischen der niedri-

gen Grundfrequenz durchgeführt wird. Das ist z. B. mittels einer Frequenzvervielfachung möglich. In der Fig. 1 ist dies durch die in die beiden Zuleitungen zu dem Phasenvergleicher PV gestrichelt eingezeichneten Frequenzvervielfacher FV angedeutet. Die Frequenzvervielfacher PV sind dabei in an sich bekannter Weise entsprechend selektiv für die gewünschte Harmonische auszubilden, z. B. auf den 10fachen Frequenzwert gegenüber der Frequenz des vom Wechselstromgenerator G erzeugten elektromagnetischen Wechselfeldes abzustimmen, wenn eine Verzehnfachung des ursprünglichen Phasenwinkels gewünscht wird. Der bei der Vervielfachung anzusetzende Faktor sollte im Regelfall nur so hoch gewählt werden, daß die aus der Vervielfachung resultierende Phasendifferenz den für ein eindeutiges Arbeiten des Phasendiffektorikators zulässigen Wert mit Sicherheit nicht überschreitet.

Die erfundungsgemäße Ausbildung eröffnet eine besonders vorteilhafte Anwendung. So ist beispielsweise bei Recycling-Anlagen meist nicht erforderlich, folienhafte metallisch leitende Teile, z. B. den in der Fig. 1 auf dem Transportband B dargestellten Rest F des Aluminiumverschlusses einer Kunststoffdose, wie sie für die Verpackung von Milchprodukten verwendet wird, auszusondern, da sie die anschließenden Zerkleinerungsmaschinen kaum beeinträchtigt. Hingegen können kleine Massivteile, wie eine Schraubenmutter M schwere Schäden in der Zerkleinerungsmaschine auslösen. Man kann nun die Kompensation in K bzw. die dort erfolgende Differenzbildung wegen des erheblich stärkeren Signals der Schraubenmutter so einstellen, daß die dünne Folie des Aluminiumverschlusses kein Erkennungssignal AS liefert, jedoch ein Erkennungssignal beim Passieren der Schraubenmutter abgegeben wird. Die entsprechenden Regelmittel sind eine entsprechende Einstellung der Maximalamplitude der Ausgangssignale von SG und PV und eine entsprechende Wahl der Schwellwert-Spannung Usch für die Schwellwertschaltung SS.

Die Einrichtung nach der Fig. 1 verwendet sekundärseitig ein aus zwei Spulen bestehendes Spulensystem. Man kann auch mit nur einer Spule arbeiten. In diesem Fall ist, wie in der Fig. 7 gezeigt, das Signal U1 an dem Schwingkreis abzugreifen und einmal direkt dem Operationsverstärker und einmal mit einer Phasenumkehr, also einer Phasenverschiebung von 180° zuzuführen. Dies wird durch die angedeutete Einschaltung einer Phasenumkehrstufe PU an sich bekannter Art erreicht.

Beim Ausführungsbeispiel erfolgt die Verarbeitung der Signale Uss und Uemp mittels sogenannter analog arbeitender Baugruppen. Wandelt man diese Signale vor ihrer Verarbeitung in der Auswerteschaltung durch Analog/Digital-Wandler in Digital-Signale um, so kann die Verarbeitung auf digitaler Basis durchgeführt werden. Die entsprechenden Bausteine, wie ein Subtrahierer, ein Komparator, ein Verstärker, ein Filter und eine Schwellwertschaltung sind im Handel als sogenannte IC's bekannt und erhältlich.

Patentansprüche

60

1. Einrichtung zur Erzeugung eines Erkennungssignals beim Auftreten von metallisch leitenden Teilen in einem zumindest weitgehend nichtleitenden Förderstrom, bei der von einem Wechselstromgenerator über eine Sendespule in einem zu überwachenden Abschnitt des Förderstromes ein elektromagnetisches Wechselfeld aufgebaut wird, dessen

Amplituden- und Phasenänderungen mittels eines eine Auswerteschaltung speisenden Spulensystems zur Ableitung des Erkennungssignals erfaßt werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz des vom Wechselstromgenerators erzeugten elektromagnetischen Wechselfeldes im Frequenzbereich unter 5 kHz, insbesondere zwischen etwa Hundert Hertz und etwa 1 kHz liegend gewählt ist, und daß die Auswerteschaltung so ausgebildet und abgeglichen ist, daß auch von kleinen massiven Teilen ein Erkennungssignal ableitbar ist.

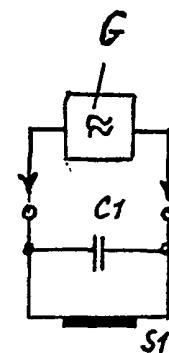
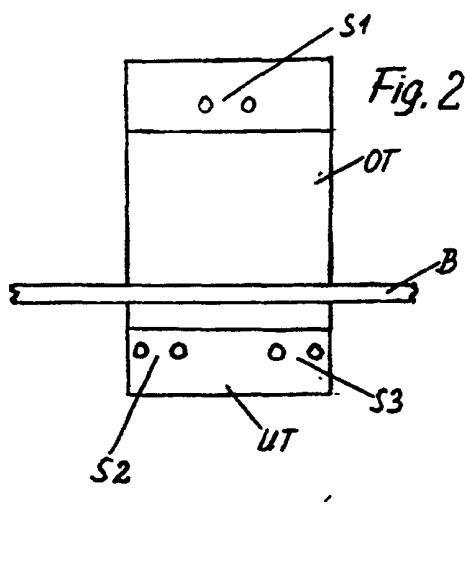
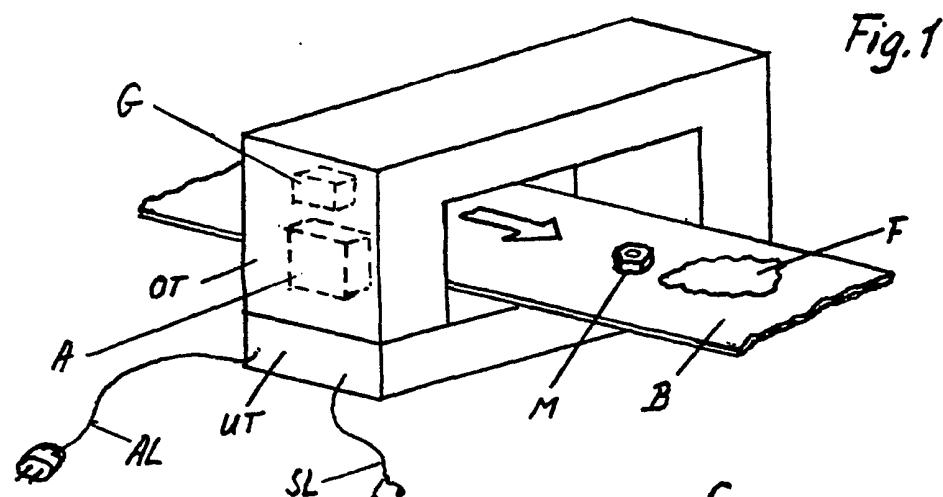
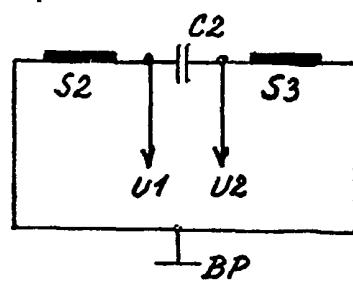
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in an sich bekannter Weise aus dem Ausgangssignal des Spulensystems ein Amplituden- und ein Phasen-Signal abgeleitet werden, und daß die Auswerteschaltung über Verstärker mit dem Spulensystem verbunden ist, deren Verstärkung größer als 5 ist.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in der Auswerteschaltung ein Phasenvergleicher vorgesehen ist, der den Phasenvergleich bei einer Harmonischen der Frequenz des Wechselstromgenerators durchführt.

4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung so abgeglichen ist, daß für folienhaft metallisch leitende Teile die Erkennungssignalbildung unterdrückt und für massive metallisch leitende Teile sichergestellt ist.

5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch ihre Verwendung in der Schutzeinrichtung einer Recycling-Anlage.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

*Fig. 3*

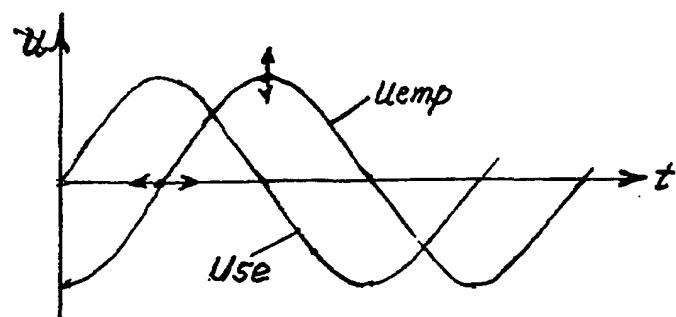
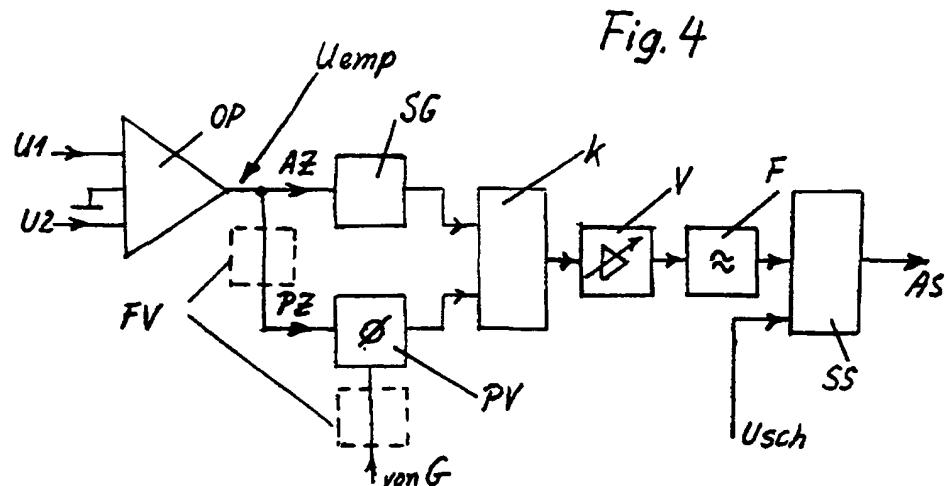


Fig. 5

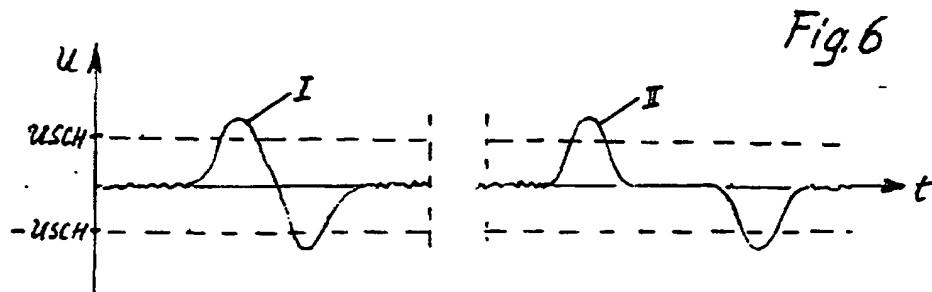


Fig. 7

